

Aus der Chirurgischen Klinik und -Poliklinik
der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med. Hermann Franke

DIE LANGZEIT-IMPLANTATION ELEKTRISCHER HERZ-
SCHRITTMACHER BEI BRADYCARDEN
RHYTHMUSSTÖRUNGEN DES HERZENS

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1969

vorgelegt von
Wolfgang Bobzin
aus Berlin

Aus der Chirurgischen Klinik und -Poliklinik
der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend

Direktor: Professor Dr.med. Hermann F r a n k e

DIE LANGZEIT-IMPLANTATION ELEKTRISCHER HERZSCHRITTMACHER
BEI BRADYCARDEN RHYTHMUSSTÖRUNGEN DES HERZENS

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Wolfgang Bobzin
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Hans Heinz N a u m a n n
Referent: Professor Dr. med. Hermann F r a n k e
Korreferent: Professor Dr. med. Emil S. B ü c h e r l



**Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.**

Promoviert am: 28. August 1969

DIE LANGZEIT-IMPLANTATION ELEKTRISCHER HERZSCHRITTMACHER

BEI BRADYCARDEN RHYTHMUSSTÖRUNGEN DES HERZENS

Operationsverfahren und Operationsergebnisse bei 87 Patienten, die an der chirurgischen Klinik der Freien Universität Berlin vom 13.2. bis zum 30.6.1966 erstmals und bis zum 31.12.1966 nachoperiert wurden.

EINLEITUNG:

1. Methodik und Material
2. Historische Einführung
3. Indikationen zur Schrittmacher-Implantation

SPEZIELLER TEIL:

1. Schrittmacher-Typen und Implantationsverfahren
2. Eigenes Krankengut
3. Übersicht der implantierten Schrittmacher
4. Früh- und Spätletalität
5. Nachuntersuchungsergebnisse

DISKUSSION:

1. Bewertung der Ergebnisse
2. Die Bedeutung der internistischen Nachbehandlung und Überwachung
3. Vorstellung über Verbesserungsmöglichkeiten elektrischer Herzschrittmacher

ZUSAMMENFASSUNG

LITERATURVERZEICHNIS

EINLEITUNG

1. Methodik und Material

In der vorliegenden Arbeit berichten wir über 87 Patienten, bei denen im Laufe von annähernd vier Jahren an der chirurgischen Klinik der Freien Universität Berlin ein elektrischer Herzschrittmacher implantiert wurde. Es wird ein Überblick gegeben über die verwandten Schrittmacher-Typen, die Operationsverfahren, welche bei ihrer Implantation zur Anwendung kamen, die Funktionsdauer der Schrittmacher-Generatoren sowie die Kabeldefekte und Überleitungsstörungen auf das Myocard. Ferner schildern wir die Angaben der Patienten, die bei Nachuntersuchungen in bezug auf die subjektive Stellung der Patienten zu ihrem Schrittmacher und auf ihre körperliche Leistungsfähigkeit erhoben wurden.

Bei der Aufstellung der Statistik betrachten wir primär nur Erschöpfungszustände der stromliefernden Generatorzellen als schicksalhaft. In Hinsicht auf andere am Generatorteil aufgetretene Störungen (Gehäuse, Kondensatoren u.a.), die an einen Materialfehler geknüpft sind, vertreten wir die Meinung, daß die zu erwartende Lebensdauer der Generatorbauelemente so groß ist, daß man derartige Defekte bei Vernachlässigung der möglichen Materialfehler durchaus ebenfalls als schicksalhaft auffassen kann, ohne sich einer groben Mißdeutung hinzugeben.

Elektrodenbrüche und Unterbrechungen der Impulsübertragung auf das Myocard sind als Komplikationen von Seiten der Schrittmacher aufzufassen, weil in ihnen kein eigentliches Erschöpfungsmoment - wie in der Erschöpfung der Schrittmacherenergiezellen - zu sehen ist.

An Hand von graphischen Darstellungen werden das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation, die Anzahl der implantierten Schrittmacher und ihre Funktionsdauer, Ursachen der beobachteten Früh- und Spätletalität und aufgetretene Ausfälle von Seiten der Generatoren, Kabel und Elektroden erläutert.

Als Vergleichsmöglichkeit der verschiedenen Schrittmacher-Typen und der verschiedenen Implantationsverfahren untereinander haben wir den Quotienten: Durchschnittliche Anzahl der Funktionsmonate eines Schrittmacher-Typs pro aufgetretener Komplikation, gewählt.

Beispiel:	<u>Schrittmacher-Typ A</u>	<u>Funktionszeit (Mo.)</u>
1. Gerät		14
2. Gerät		9
3. Gerät		15
4. Gerät		4
4 Geräte		42 Monate

Auf vier Schrittmacher des Typs A entfallen 42 Funktionsmonate. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Funktionszeit von 10,5 Monaten für einen implantierten Schrittmacher dieses Typs bis zum Auftreten einer Komplikation.

In diesen Quotienten gehen sowohl bereits ausgefallene als auch zum Stichtag noch im Einsatz befindliche Schrittmacher ein, weil nach unserer Ansicht kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Ladungszustand der Generatorzellen und dem Auftreten von Komplikationen in der oben gegebenen Definition zu sehen ist. Als Stichtag für die Erstimplantationen haben wir den 30.6.1966 und für notwendig gewordene Revisionsoperationen den 31.12.1966 gewählt.

2. Historische Einführung

Nachdem ADAMS, MORGAGNI und STOKES das Krankheitsbild des Herzblocks beschrieben hatten, lag die Behandlung dieser Erkrankung für mehr als hundert Jahre allein in der Hand von Internisten. In therapeutischer Hinsicht war man auf die Verabreichung sympathicomimetischer Pharmaka angewiesen.

Schon im vorigen Jahrhundert wiesen ALDINI und DUCHENNE darauf hin, daß man mit der Elektrotherapie möglicherweise ein Mittel entwickeln könnte, um eines Tages den Herzblock zu beherrschen. Doch erst im Jahre 1932 konnte HYMAN in Tierversuchen den Beweis erbringen, daß eine über längere Zeit andauernde elektrische Reizung des in seinem Reizleitungssystem geschädigten Herzens möglich ist.

Aus dem Unfallereignis, hervorgerufen durch elektrischen Strom, wurde eine Methode entwickelt, durch große Stromstärken das Bild der Ventrikeltachycardie zu couplieren (KOUVENHOVEN).

ZOLL konnte nun im Jahre 1952 erfolgreich nachweisen, daß auch das menschliche Herz über längere Zeit bei vorliegenden Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen durch elektrische Dauerstimulation auf einer physiologischen Frequenz gehalten werden kann.

Als nächstem Schritt gelang es WEIRICH und LILLEHEI zuerst, die Elektrotherapie bei Operationen congenitaler Herzvitien in Zusammenhang mit Verletzungen des HISS'schen Bündels und bei Auftreten eines Ödems in seiner Umgebung mit Erfolg zur vorübergehenden Stimulierung des Herzens anzuwenden.

Seitdem WEIRICH 1957 zeigte, daß die elektrische Dauerstimulation des Myocards durch direkte Befestigung der Reizelektroden auf dem Herzmuskel möglich ist, war der Weg für die moderne Elektrophysiotherapie der Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen des menschlichen Herzens vorgezeichnet. Inzwischen sind vier verschiedene Möglichkeiten für Elektrodenimplantationen am Herzen entwickelt worden:

1. Myocardiale und epicardiale Elektrodenimplantation nach Thorakotomie (Borst, Bruck, Bücherl, Callaghan, Ohardack, Dittmar, Effert, Friesse, Kantrowitz, Kolmar, Lillehei, Swedberg, Zoll).
2. Epicardiale Elektrodenimplantation durch die Pericardiotomia inferior longitudinalis simplex nach SAUERBRUCH (Hirsch).
3. Transvenöse Elektrodenimplantation durch die V. jugularis externa oder interna in die Trabekelmuskulatur des rechten Ventrikels (Elmqvist, Furman, Goetz, Kolmar, Lagergren, Nasser, Rodewald, Schaldach).
4. Blinde percutane Elektrodenimplantation am Herzmuskel (Ross, Thevenet).

Je nachdem, ob es sich um endocardiale oder myocardiale und epicardiale Elektroden handelt, werden die Schrittmacher-Generatoren entweder im Bereich des M. pectoralis major oder in der vorderen Bauchwand implantiert.

3. Indikationen zur Schrittmacher-Implantation

Grundsätzlich lassen sich Herzschrittmacher bei allen Formen von konstanter Bradycardie verwenden, die auf eine Reizbildungs- oder Reizleitungsstörung zurückzuführen sind, und die mit Dekompensationserscheinungen einhergehen. (CHARDACK, OVERBECK, RODEWALD).

Dementsprechend betrachten wir bei folgenden Ausfallerscheinungen die Implantation eines elektrischen Schrittmachers als indiziert:

1. Totaler atrioventrikulärer Block mit gehäuften Adams-Stokes'schen Anfällen.
2. Totaler atrioventrikulärer Block ohne Adams-Stokes'sche Anfälle, jedoch mit Dekompensationserscheinungen (Coronarinsuffizienz, Aorteninsuffizienz).
3. Intermittierender atrioventrikulärer Block mit:
 - a) Asystolie
 - b) Tachycardie.
4. Sinuaurikulärer Block.

Überwiegend handelt es sich bei den Patienten, über die hier berichtet werden soll, um partielle und totale Formen von erworbenem Herzblock, die bis auf wenige Ausnahmen mit rezidivierenden kurzfristigen Bewußtseinsstörungen im Sinne der Adams-Stokes'schen Anfälle einhergingen.

Das Bild des angeborenen Herzblocks ist in der Berichtszeit an der hiesigen Klinik nicht beobachtet worden.

Eine Schrittmacher-Implantation erscheint uns nicht indiziert, solange durch Sympaticomimetika die Herzfrequenz ständig in einem physiologischen Bereich gehalten werden kann. Bei partiellem Herzblock wird, soweit es sich um jüngere Patienten handelt, ein vorhofgesteuerter Schrittmacher bevorzugt (Typ ATRICOR); bei älteren Patienten mit partiellem Herzblock und in Fällen von totalem Herzblock werden festfrequente Schrittmacher implantiert, um den Operationsaufwand und die damit für den Patienten verbundene Belastung so klein wie möglich zu halten. Die dabei gelegentlich elektrocardiographisch beobachteten Parasystolien werden von den Patienten entweder nicht bemerkt oder nicht als störend empfunden. In diesen Fällen werden in jüngerer Zeit Schrittmacher des Stand-by Typs verwandt.

SPEZIELLER TEIL

1. Schrittmacher-Typen und Implantationsverfahren

In dieser Klinik wurden fünf verschiedene elektrische Herzschrittmacher-Typen implantiert. Die Generatoren ELEMA, VITATRON und VENTRICOR wurden in Kombination sowohl mit myocardialen Elektroden als auch mit transvenösen Elektroden (VITATRON mit transvenöser ELEMA Elektrode) implantiert. Das Gerät CHARDACK 5870 wurde mit myocardialer Elektrode implantiert. Außerdem kam der vorhofgesteuerte ATRICOR Schrittmacher zur Anwendung.

Drei VENTRICOR Generatoren wurden in Verbindung mit epicardialen Elektroden auf dem Wege der Pericardiotomia inferior (SAUERBRUCH) nach HIRSCH implantiert. Die Tabelle 1 soll eine Übersicht über die wichtigsten technischen Daten der verwandten Herzschrittmacher vermitteln. Die Abbildung 1 zeigt, wieviele Geräte der einzelnen Schrittmacher-Typen implantiert wurden.

Generatortyp	Frequenz	Volt	m.A.	m.sec.	Gewicht	Elektrode
ATRICOR	50-107	6,4	10	2	128 g	Stahl
CHARDACK	regelbar	6,5	1,5-2	regelbar	140 g	Platin
ELEMA	70	6,4	12	2,5	130 g	Platin
VENTRICOR	70	6,4	9,2	2	125 g	Stahl
VITATRON	70/95	6,4	12	2	155 g	Platin/Iridium

1
9
1

Tabelle 1

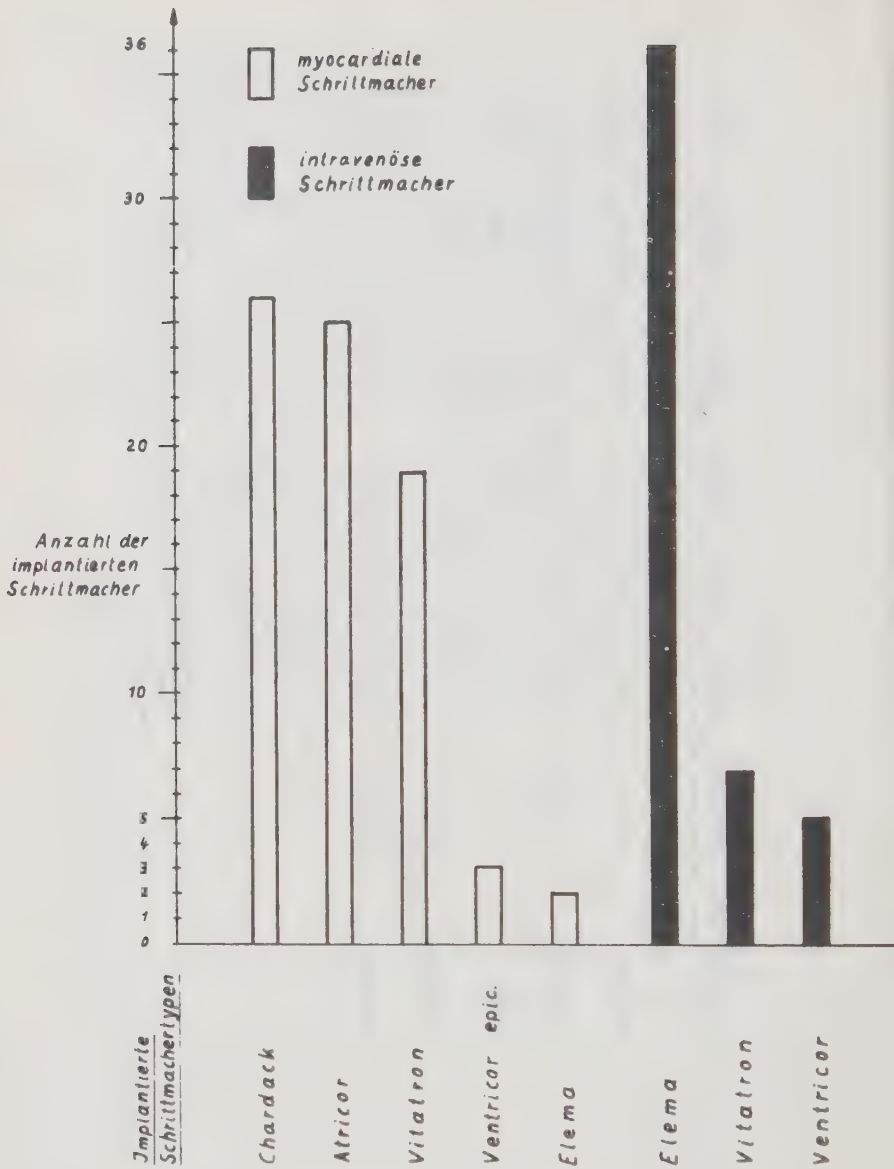


Abb. 1 Darstellung der Verteilung der implantierten Schrittmachertypen

a. Thorakotomie zur Implantation myocardialer
Schrittmacher

Im Bereich des vierten Intercostalraumes links erfolgt die anterolaterale Eröffnung des Brustkorbes. Nach Lösung eventuell bestehender Adhäsionen zwischen der Lunge und dem Pericard erfolgt die Schnittführung im linken Oberbauch und die Ausbildung einer subcutanen Tasche zur Aufnahme des Schrittmacher-Generators. Dann folgt die subcutane Untertunnelung von der Schrittmachertasche zum Thorax hin.

Im Thorax wird nun der Herzbeutel eröffnet und die Elektroden werden vom Oberbauch aus durch den vorgebildeten Tunnel in den Thorax eingebracht. Darauf wird zunächst die erste myocardiale Elektrode in typischer Weise in einem avasculären Bezirk an der Spitze des linken Ventrikels fixiert, anschließend die zweite. Zur Prüfung des Schrittmacher-Generators wird nun zunächst die Elektrode mit dem Generator verbunden und die regelrechte Impulsübertragung auf das Myocard geprüft, indem festgestellt wird, ob das Herz den Schrittmacher-Impulsen folgt. Dazu erfolgt vorübergehend die Stilllegung einer eventuell temporär intravasal gelegenen Reizelektrode.

Werden die Generatorimpulse einwandfrei auf das Herz übertragen und folgt auf jeden Impuls eine Herzaktion, so kann die intravasal gelegene Elektrode entfernt werden. Nach sehr sorgfältiger Blutstillung kann nun das Pericard verschlossen werden. Nachdem eine Drainage in die tiefste Stelle des Thoraxraumes eingebracht wurde, kann auch der Thorax verschlossen werden. Nach Unterbringung des Generator-teiles in der vorbereiteten Schrittmachertasche folgt der Verschluß der Wunde am linken Oberbauch.

b. Anlegung eines transvenösen Schrittmachers

Durch einen ca. zwei Zentimeter langen Hautschnitt rechts supraclavikulär wird die V. jugularis externa freigelegt (in zwanzig Prozent der Fälle mußte auf die V. jugularis interna zurückgegriffen werden). Die Vene wird distal unterbunden und incidiert. Die differente 'intracardiale Schrittmacher-Elektrode wird über einen Herzkatheter unter Bildwandlerkontrolle bis in den rechten Ventrikel eingeführt und durch Ein- und Herschieben in der Trabekelmuskulatur (SCHALDACH) fixiert. Perforationen des rechten Ventrikels durch diese Manipulationen sind während des Beobachtungszeitraumes unter der Operation nicht vorgekommen. Wenn die Elektrode fest sitzt, wird der Herzkatheter entfernt und auf elektrocardiographischem Wege geprüft, ob das Herz den Impulsen des vorerst probeweise angeschlossenen Schrittmachers folgt.

Ist dies der Fall, so folgt ein sieben Zentimeter langer Hautschnitt entlang des lateralen oberen Randes des M. pectoralis major und die subcutane Untertunnelung zur ersten Incisionsstelle am rechten Hals. Anschließend wird die differente Elektrode vom Hals subcutan zur Brust durchgezogen. Dann werden die differente und die indifferente Elektrode endgültig an dem Schrittmacher-Generator befestigt, der Schrittmacher in eine Lücke unter dem M. pectoralis major und die indifferente Elektrode im axillären Subcutangewebe implantiert. Nach sorgfältiger Blutstillung folgen Subcutannähte, Hautnähte und Verband.

c. Pericardiotomia inferior longitudinalis simplex
nach SAUERBRUCH (HIRSCH)

Es wird ein auf der siebenten Rippe verlaufender Schnitt vom Brustbein-Rippen-Winkel abwärts gelegt. Es folgen die Resektion des Rippenknorpels in sechs bis sieben Zentimeter Breite und die Abtragung des Schwertfortsatzes. Nachdem man die Ansätze der Bauchmuskulatur stumpf zurückgeschoben hat, gelangt man in der entstandenen trichterförmigen Mulde an den Herzbeutel.

Wie bei der Thorakotomie werden nun die (in diesem Falle) epicardialen Plättchenelektroden in einem avasculären Bezirk im Bereich der Herzspitze auf das Myocard aufgenäht. Durch Incision und stumpfe Darstellung werden im linken Unterbauch eine Schrittmachertasche und von dort aus ein subcutaner Kanal zwecks Aufnahme der Schrittmacherkabel zum Herzen ausgebildet. Nachdem die Kabel vom Herzen zur Schrittmachertasche durchgeführt worden sind, werden sie an den Generator angeschlossen. Folgt das Herz den Schrittmacherimpulsen synchron, so werden die Wunden verschlossen.

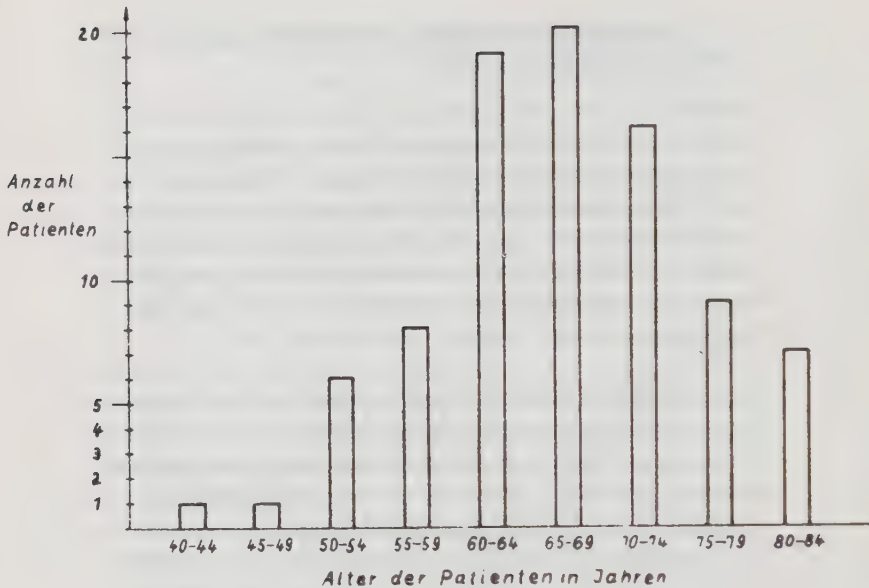


Abb. 2: Altersverteilung der Patienten

2. Krankengut

In dem Berichtszeitraum sind 87 Patienten gemäß der oben gegebenen Indikationsstellung in dieser Klinik mit einem elektrischen Herzschrittmacher versehen worden. Dabei betrug der Anteil der männlichen Patienten mit 52 gegenüber 35 Frauen rund 60 % (siehe Abb. 2). Der Einzugsbereich dieser Klinik ist auf West-Berlin begrenzt. Lediglich zwei Ost-Berliner Bürger wurden im Rahmen der sogenannten Rentnerbesuche mit einem Schrittmacher versehen.

Es liegt in der Natur der zugrunde liegenden Erkrankungen, daß die Erscheinungen des Herzblocks überwiegend in fortgeschrittenem Lebensalter auftreten. Mehr als die Hälfte der hier erfaßten Patienten war zwischen 60 und 75 Jahre alt.

Um die Erfolge der Schrittmacher-Implantationen richtig beurteilen zu können, muß man berücksichtigen, daß ein großer Teil der Patienten mit erheblichen cardialen Dekompensationserscheinungen und oftmals ausgeprägter cerebraler Symptomatik zur Operation kam.

In mehreren Fällen hat sich der Allgemeinzustand einschließlich der cerebralen Ausfälle nach der Schrittmacher-Implantation so erheblich gebessert, daß man die aufgetretenen Erscheinungen eindeutig auf die praeoperativ unzureichende Herzfunktion zurückführen konnte (KOLMAR, RÜCKER). In seltenen Fällen aber blieben die Patienten auch nach der Operation an das Krankenbett gefesselt. Den ausgebliebenen Mobilisationserfolg kann man jedoch kaum als Schrittmacher-Implantations-Mißerfolg bezeichnen, da er auf den schlechten Allgemeinzustand der Patienten zurückzuführen war.

Ein Patient erkrankte infolge einer bei ihm durchgeführten Mitralklappenkommissurotomie an einem atrioventrikulären Block. Ein anderer Patient ließ sich erst nach einem seit fünf Jahren bestehenden Block mit wiederholten Adams-Stokes'schen Anfällen einen Schrittmacher implantieren, als er über die Möglichkeit der Implantation eines transvenösen Schrittmachers von seinem behandelnden Arzt informiert wurde, da er eine Thorakotomie in seinem Alter

für zu schwerwiegend hielt. Der Patient war zum Zeitpunkt seiner Schrittmacher-Implantation 81 Jahre alt.

Zwei weitere Patienten zogen es ebenfalls vor, jeweils drei Jahre lang auf eine Schrittmacher-Implantation zu warten, bis es möglich wurde, einen transvenösen Schrittmacher zu implantieren, da auch sie nicht der Implantation eines transthorakalen Schrittmachers zuzustimmen vermochten.

Eine Patientin bemerkte einen Frequenzanstieg ihres ein Jahr zuvor in München eingesetzten Schrittmachers, weshalb sie in der Annahme, daß dieser erschöpft sei, mit einem neuen Gerät versehen wurde.

Ein Patient erlitt am Steuer seines Wagens einen Ohnmachtsanfall und überfuhr infolgedessen eine junge Frau. Im Krankenhaus wurde bei dem Mann ein Herzblock diagnostiziert. Dem Patienten war sein partieller Herzblock bereits seit fünf Jahren bekannt! Zweimal hatte er wegen dieser Erkrankung in einem Krankenhaus gelegen.

Ein Patient erlitt auf seinem Moped einen Anfall und stürzte auf die Straße. Glücklicherweise konnten Frakturen ausgeschlossen werden.

In 73 Fällen (84 %) lag ein totaler Herzblock vor, während in den restlichen 14 Fällen (16 %) intermittierende Blockformen vorlagen. Bei 6 Patienten (7 %) ließ sich keine Eigenanamnese erheben, weil sie als Folge cerebralsklerotischer Erscheinungen nicht ansprechbar waren. 28 Patienten (32 %) wiesen

praeoperativ cardiale Insuffizienzerscheinungen auf. 79 Patienten (91 %) gaben an, kurze oder längere Bewußtlosigkeitsanfälle - mit einer Dauer von wenigen Sekunden bis zu einer halben Stunde - vor der Schrittmacher-Implantation erlitten zu haben. 8 Patienten (9 %) dagegen wiesen einen totalen Herzblock mit einer Frequenz unter 40/Minute auf, ohne jemals zuvor einen Adams-Stokes'schen Anfall bemerkt zu haben. Diese Patienten klagten über im Vergleich zu früheren Jahren verstärkte Belastungsdyspnoe, allgemeine Abgeschlagenheit und rasche Ermüdbarkeit.

32 Patienten (37 %) gaben an, über ihren langsamen Puls seit längerer Zeit informiert zu sein:

<u>Anzahl der Jahre</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
1	5
2	2
3	8
4	4
5	9
12	2
15	2

Die Überwiegende Mehrzahl dieser Patienten gab an, bereits ein- oder zweimal wegen ihres "Herzleidens" in einem Krankenhaus gelegen zu haben.

Bei 79 der 87 Patienten (91 %) war eine Schrittmacher-Implantation deshalb indiziert, weil sie unter rezidivierenden Bewußtlosigkeitsanfällen auf dem Boden eines erworbenen totalen oder intermittierenden Herzblocks litten.

Bei 8 Patienten (9 %) wurde ein Schrittmacher implantiert, weil sie einen totalen Herzblock aufwiesen, zwar keine Anfälle erlitten hatten, aber die Herzfrequenz durch medikamentöse Therapie nicht beeinflusbar war, und sie kardial dekompensiert waren.

3. Aufstellung der implantierten Schrittmacher

In dem hier abgehandelten Zeitraum von annähernd vier Jahren wurden insgesamt 123 Schrittmacher implantiert. Einen detaillierten Überblick über die acht implantierten Schrittmacher-Elektroden-Kombinationen gibt die Abb. 3. In jeder der acht graphischen Darstellungen sind die Schrittmacher eines Typs nach der Anzahl ihrer Funktionsmonate übereinander angeordnet. Auf der Abszisse ist rechts vom Nullpunkt die Anzahl der Funktionsmonate aufgetragen. Links vom Nullpunkt sind die Ausfallursachen angeführt. Fünf mit 1,2,3,4,5 bezeichnete Kästchen geben einen Überblick über die Funktionsweise der Schrittmacher. Das jeweils schwarz gezeichnete Kästchen trifft auf den rechts davon in seiner Funktionszeit aufgeführten Schrittmacher zu. Zum Beispiel: Ein im ersten Kästchen befindliches Kreuz besagt, daß der betreffende Patient verstorben ist.

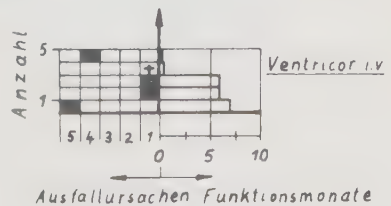
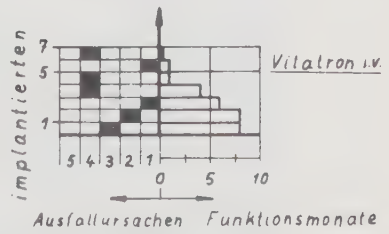
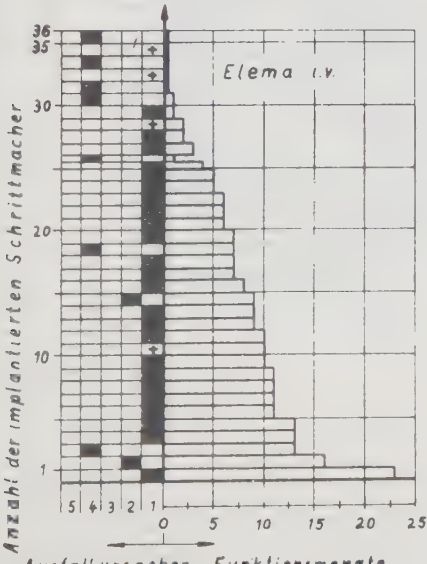
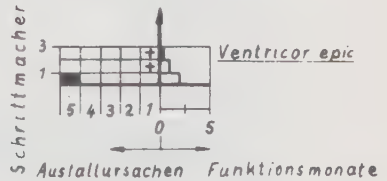
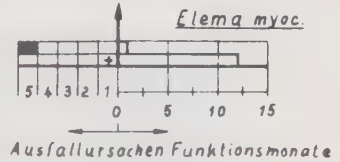
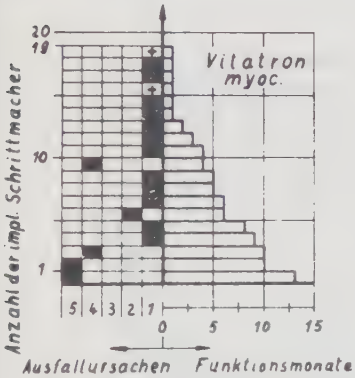
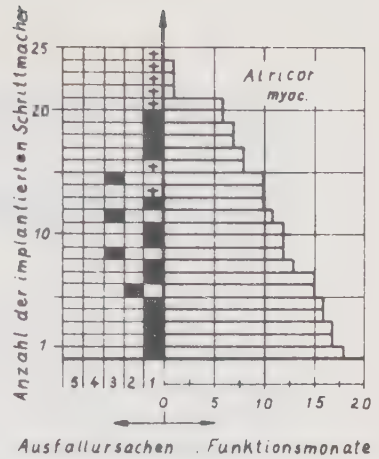
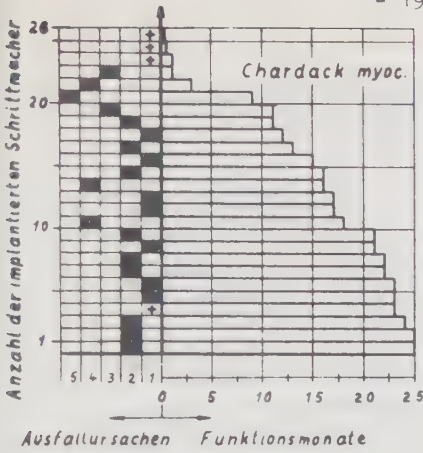


Abb 3 Ausfallursachen u. Funktionsmonate

Im folgenden wird die Schrittmacher-Charakteristik erläutert:

<u>Nr. des schwarzen Kästchens</u>	<u>Bedeutung</u>
1	Am Stichtag noch funktions- tüchtiger Schrittmacher
2	Batterieerschöpfung
3	Kabelbruch
4	Elektrodenkontaktverlust am Herzen
5	Unbekannte Ausfallursachen

Bei der Beurteilung der folgenden Aussagen ist zu berücksichtigen, daß während der ersten anderthalb Jahre in dieser Klinik ausschließlich myocardiale Schrittmacher implantiert wurden. Somit ist deren Gesamtfunktionszeit größer als die der transvenösen Schrittmacher.

a. Elektroden

Die myocardialen Schrittmacher wurden jeweils mit den zugehörigen Elektroden implantiert. Dabei ergab sich in letzter Zeit die Schwierigkeit, erschöpfte Generatoren des Typs CHARDACK zu ersetzen, weil die Elektroden fest mit dem Gerät verbunden waren. So mußte in diesen Fällen die Elektrode kurz vor dem Gerät durchgeschnitten und durch einen neuen Generator ersetzt werden, der es erlaubte, die am freien Ende von ihrer Isolierung freigelegte Elektrode mittels Verschraubung aufzunehmen. Zu diesem Zweck wurden Generatoren vom Typ ELEMA und VITATRON verwandt.

Drei transvenöse Schrittmacher-Typen standen zur Wahl. Die Typen ELEMA und VITATRON wurden in Verbindung mit der von der Firma ELEMA entwickelten Elektrode, der Typ VENTRICOR mit der VENTRICOR Elektrode implantiert.

Als myocardiale Elektrode wurde anfangs die Stifttelektrode nach CHARDACK benutzt. Die in letzter Zeit verwandte Spiralelektrode gab in einigen wenigen Fällen Anlaß zu Komplikationen, weil sie sich unbemerkt unter der Implantation umgebogen hatte und dann lose dem Myocard auflag, ohne eine konstante Impulsüberleitung zu garantieren.

Die transvenöse ELEMA Elektrode, die mittels eines Herzkatheters in den rechten Ventrikel eingeführt wird, hat sich als intracardiale Elektrode am besten bewährt. Lediglich in zwei Fällen mußte die Operation abgebrochen werden, weil sich die Elektrode nicht im Herzen fixieren ließ. Die transvenöse VENTRICOR Elektrode ließ sich in drei Fällen nicht im rechten Ventrikel fixieren, was bei Berücksichtigung der Anzahl der implantierten Elektroden (ELEMA: 43, VENTRICOR: 5) die Schwierigkeiten bei der Implantation dieser Elektrode aufzeigt. Sie wird ohne Katheter eingeführt und ist in ihrer Konsistenz erheblich steifer als die ELEMA Elektrode, so daß die Ursache für ihre komplizierte Anwendung in der Steifheit und der damit verbundenen Federkraft, die die Elektrode leicht aus der Trabekelmuskulatur herausausschnellen läßt, gesehen werden kann.

b. Lebensdauer der Generatoren

Über die Funktionszeit der Schrittmacher-Generatoren bis zu der Erschöpfung ihrer stromliefernden Zellen konnte anfangs keine vergleichende Aussage gemacht werden. Nur ein Gerät (CHARDACK) war so lange im Einsatz, daß mehrere implantierte Schrittmacher aus Gründen der Erschöpfung ihrer Stromquellen bis zum Stichtag ausgefallen waren.

Ein Teil der Geräte konnte deshalb für die Ermittlung der durchschnittlichen Funktionszeit der Stromzellen nicht herangezogen werden, weil noch funktionstüchtige Generatoren vorzeitig bei einem Ausfall aus anderen Gründen (Elektrodenbruch, Elektrodenmigration) sicherheitshalber durch einen neuen Schrittmacher ersetzt wurden, wenn die Geräte bereits einige Monate im Einsatz waren.

Dadurch sollten unnötig häufige Eingriffe vermieden werden. Aus diesen Gründen schien es uns interessant, nachträglich über den Stichtag hinaus die statistische Funktionsdauer der drei wichtigsten Geräte im Hinblick auf die ausreichende Impulsgebung zusammenzustellen:

Generatorausfälle

ELEMA

1. Mit Gehörverlust:	11 Geräte!	Schnitt	15,2 Mo.
2. ohne	" : 1 Gerät	"	16 Mo.
3. unklare Fälle :	2 Geräte	"	13 Mo.

Zwei weitere Generatoren wurden nach jeweils 22 Mo. vorsorglich entfernt, sie funktionierten noch.

Gesamtdurchschnitt: 15,8 Funktionsmonate

CHARDACK

1. nachweisbar erschöpft: 12 Geräte
2. unklar : 2 " (21 u. 24 Mo.)
Gesamtdurchschnitt: 20,7 Funktionsmonate

ATRICOR

Nachweisbar erschöpft: 11 Geräte
Gesamtdurchschnitt: 18,7 Funktionsmonate

Aus den oben genannten Zahlen läßt sich ablesen, daß es leider keinen Generatortyp gibt, der im Durchschnitt auch nur zwei Jahre lang arbeitet. Diese Tatsache ist auch dann im Auge zu behalten, wenn im einzelnen Generatoren fast drei Jahre oder noch länger arbeiten. Die anfangs gegebenen Prognosen über die zu erwartende Funktionsdauer der verwandten Geräte von seiten der Hersteller haben sich also als zu optimistisch erwiesen. Der hohe Prozentsatz von Generatorausfällen mit Gehäusesprüngen beim Typ ELEMA ist nach unserer Ansicht auf die durch den Sprung verursachten Veränderungen der Generatorinnenwiderstände zurückzuführen. Sie bedingten den vorzeitigen Ausfall der stromliefernden Zellen. Inzwischen werden die ELEMA Generatoren mit einer veränderten Gehäuseschale geliefert. Über ihren Stabilitätscharakter ist noch keine Aussage möglich.

c. Schrittmacherkomplikationen

Es ist unser Anliegen, nicht nur die gesammelten Erfahrungen summarisch zu schildern, sondern wir bemühen uns an Hand der vorliegenden Übersicht einige

Hinweise über die Vorteile des einen oder anderen Implantationsprinzips zu gewinnen. Wir betrachten dabei zunächst die beiden großen Gruppen der myocardial und transvenös implantierbaren Schrittmacher und werden dann innerhalb dieser Gruppen weitere Aussagen über die Vor- und Nachteile der einzelnen Schrittmacher-Typen, die in dieser Klinik implantiert wurden, machen. (CHARDACK, KOLMAR, LAGERGREN, PARSONNET, RODEWALD, RÜCKER). (siehe Tabelle 2).

Da die Gesamtfunktionszeit der myocardialen Schrittmacher (744,5 Monate) und die der transvenösen (303,5 Monate) sehr unterschiedlich ist, und weil es sich bei der Anzahl der Geräte und Störungen um relativ kleine Zahlen handelt, muß von vornherein mit einer entsprechenden Aussageunsicherheit gerechnet werden.

Weiterhin ist von Bedeutung, daß zum Stichtag noch 28 transvenöse und 33 myocardiale Schrittmacher im Einsatz waren. Zwei Patienten lagen in der Klinik und sollten nach Ausfall ihres alten nun einen neuen Schrittmacher bekommen.

48 transvenösen Schrittmachern (39 %) mit zusammen 303,5 Funktionsmonaten (28,8 %) stehen 72 myocardiale (58,5 %) mit 744,5 (70,8 %) und 3 epicardiale mit 3 Funktionsmonaten gegenüber.

Zu der Gruppe der transvenösen Schrittmacher fassen wir die Typen ELEMA tv., VENTRICOR t.v., VITATRON t.v. zusammen. Die Typen ATRICOR, CHARDACK, ELEMA mc. und VITATRON mc. bilden die Gruppe der myocardial implantierten Schrittmacher. Weiterhin wurden 3 VENTRICOR Schrittmacher mit epicardialen Elektroden implantiert.

Gerätetyp	impl. Geräte	laufende Geräte	Funktionszeit je Typ in Monaten
Elema t.v.	36	24	256,5
Elema mc.	2	-	13
Vitatron t.v.	7	2	28
Vitatron mc.	19	12	91
Ventricor t.v.	5	2	19,5
Ventricor epic.	3	-	3
Atracor	25	14	249
Chardack	26	7	391,5
<u>t.v. Geräte</u>	48	28	304
<u>mc. Geräte</u>	72	33	744,5
<u>epic. Geräte</u>	3	-	3

	Geräteausfälle	Kabelbrüche	Kontakt-verluste	Unbekannte Ursachen
Elema t.v.	2	-	7 (2)	-
Elema mc.	-	-	- (1)	1
Vitatron t.v.	1	1	3	-
Vitatron mc.	1	-	2	2
Ventricor t.v.	-	-	1	1
Ventricor epic.	-	-	- (2)	1
Atracor	1	3	- (1)	-
Chardack	9	2	3 (3)	1
<u>t.v. Geräte</u>	3	1	11 (2)	1
<u>mc. Geräte</u>	11	5	5 (5)	4
<u>epic. Geräte</u>	-	-	- (2)	1

	Summe der Komplikationen (also ohne Geräteausfälle)	Funktionsmonate auf eine Komplikation
Elema t.v.	9	28,5
Elema mc.	2	7,5
Vitatron t.v.	4	7
Vitatron mc.	4	22,8
Ventricor t.v.	2	9,75
Ventricor epic.	3	1,33
Atracor	4	62,2
Chardack	9	43,5
<u>t.v. Geräte</u>	15	15,1
<u>mc. Geräte</u>	19	33,5
<u>epic. Geräte</u>	3	1,0

Tabelle 2: Schrittmacherfunktionszeit und -ausfälle
(Die in Klammern gesetzten Zahlen geben die Kontakt-verluste mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit an).

Betrachten wir nun die Anzahl der durchschnittlichen Funktionsmonate für transvenös und myocardial implantierte Schrittmacher, so ergibt sich, daß myocardiale Schrittmacher mehr als doppelt so lange im Einsatz waren, bis eine Komplikation auftrat, wie transvenöse (33,5 : 15,1 Monaten). Betrachtet man die Ursachen für die höhere Komplikationsrate der transvenösen Schrittmacher, so ergibt sich, daß dabei in erster Linie die erhebliche Anzahl der frühzeitigen intracardialen Kontaktverluste zu Buche schlägt: 13 (10 myocardiale). Dies ist um so bemerkenswerter, wenn man diese Zahlen in Beziehung setzt zu den Gesamtfunktionszeiten und der Anzahl der insgesamt von jeder Gruppe implantierten Schrittmacher.

Eine weitere Komplikation, die Kabelbrüche, ist bei den intracardialen Schrittmachern lediglich 1 mal aufgetreten. Die myocardialen Schrittmacher fielen dagegen 5 mal aus, weil die Kabel gebrochen waren. Dabei lagen die Bruchstellen immer am Abgang der Kabel aus dem Schrittmacher oder an der Eintrittsstelle in die Elektrode.

Darüber hinaus traten vier Ausfälle myocardialer Schrittmacher, ein Ausfall eines epicardialen und ein Ausfall eines transvenösen Schrittmachers auf, deren Ursache nicht geklärt werden konnte.

Die 3 mit epicardialen Elektroden implantierten Schrittmacher haben sich nicht bewährt. Ein Gerät fiel nach 3 Tagen, ein weiteres nach 1 Monat und das dritte nach 2 Monaten infolge Kontaktverlustes der Elektroden am Myocard aus. Bei dem zuerst implantierten Gerät konnte der Kontaktverlust leider nicht bewiesen werden. Doch kann er mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden.

Bei einem mit myocardialer Elektrode implantierten ELEMA Gerät war eine Umpolung der Elektroden erforderlich, da es im Bereich des Schrittmachers im linken Mittelbauch zu impulsynchronen Muskelkontraktionen gekommen war.

Bei vier transvenös implantierten ELEMA Geräten mußten an dem Hals freiliegende Elektrodenkabel sekundär übernäht werden, nachdem sich in allen Fällen Infektionen der Wunde eingestellt hatten. In einem Fall lag ein iatrogener Kabeldefekt vor. Der Hausarzt hatte in Unkenntnis der lokalen Verhältnisse die freiliegende Elektrode am Hals für einen chirurgischen Faden gehalten, den er durchschnitt, um ihn zu entfernen (RÜCKER).

Zweimal mußten ELEMA Schrittmacher neu implantiert werden, weil sich in den Generatortaschen Hämatome ausgebildet hatten. In vier Fällen traten Nekrosen an der Vorderwand der Generatortaschen auf. In zwei Fällen mußte die Spannung von Schrittmachern des Typs CHARDACK erhöht werden, weil sich einige Wochen nach der Implantation zeigte, daß die Impulse wegen des inzwischen erhöhten Gewebswiderstandes im Bereich der damals benutzten Stiftelektrode nicht mehr regelmäßig auf das Myocard übergeleitet wurden.

Die aufgetretenen Schwierigkeiten in Form der Generatortaschenhämatome und -nekrosen sowie der am Hals freiliegenden Elektroden betrachten wir nicht als Komplikationen im Sinne der eingangs gegebenen Definition, weil sie unabhängig vom Schrittmachertyp auftreten können und auf schwer faßbare Ursachen zurückzuführen sind.

Auf myocardialem Wege implantierbare Schrittmacher:

An der Spitze der durchschnittlichen Funktionszeit bis zu einem Ausfall wegen einer Komplikation liegt der Vorhofgesteuerte ATRICOR Schrittmacher. Dieses mit dem größten Operationsaufwand verbundene System hat sich besonders bei jüngeren Patienten bewährt. Die Betreffenden zeigten postoperativ eine gute Leistungsfähigkeit. Durch seine frequenzvariablen Impulse garantiert er bei gutem Allgemeinzustand eine zufriedenstellende körperliche Leistungsbreite. Weiterhin kommen, durch die Vorhofsteuerung bedingt, bei intermittierendem Herzblock keine Parasystolien vor. Lediglich über zwei unangenehme Erscheinungen berichteten einige der mit diesem Schrittmachertyp versehenen Patienten (RODEWALD):

1. Bei körperlicher Belastung, die die Schrittmacherfrequenz in einen Bereich um 110/min. ansteigen läßt, kommt es zu subjektiv sehr unangenehmen Sensationen, wenn der Schrittmacher durch die ihm eigene Sicherung gegen Kammertachycardie auf die halbe Frequenz zurückschaltet. Starkes Herzklopfen, Kopfschmerzen und leichter Schwindel stellen sich häufig in diesen Fällen ein. Die maximale Frequenz sollte daher nach unserer Ansicht auf 140/min. erhöht werden.

2. Bei Ausfall der Vorhofsteuerung einige Wochen vor Erschöpfung der Generatorzellen und Einsetzen der Schrittmachereigenfrequenz von rund 60/min. klagte ein Patient ebenfalls über Herzklopfen und herabgesetzte Leistungsfähigkeit.

Schrittmacher des Typs CHARDACK haben gleichfalls eine zufriedenstellende durchschnittliche Funktionsdauer, bis sie eine Komplikation aufweisen (siehe Tabelle 2). Ein Ausfall aus unbekannten Gründen,

6 Kontaktverluste am Myocard und 2 Kabelbrüche sind die bei 26 implantierten Schrittmachern dieses Typs im Zeitraum von 391,5 Funktionsmonaten aufgetretenen Komplikationen.

Auf Grund der geringen Anzahl der implantierten Geräte und der kurzen Beobachtungszeit von nur 13 Monaten läßt sich über den mit myocardialer Elektrode implantierten ELEMA Schrittmacher keine gültige Aussage geben.

Schrittmacher des Typs VITATRON mc. zeigten mit 22,8 Funktionsmonaten pro aufgetretener Komplikation einen Wert, der unter dem des bewährtesten Typs der transvenösen Gruppe (ELEMA mit 28,5) liegt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß dieses Gerät nur zur Hälfte als Erstgerät eingesetzt wurde. Fünfzig Prozent der Generatoren wurden als Zweitgeräte nach Ausfall anderer Generatortypen verwandt und an deren Elektroden angeschlossen. Dadurch wird der Wert dieser Aussage stark eingeschränkt, weil die aufgetretenen Komplikationen nur zum Teil auf myocardiale Elektroden dieses Typs bezogen werden können.

Transvenöse Schrittmacher:

Mit 36 implantierten Schrittmachern und einer Gesamtfunktionszeit von 256,5 Monaten liegt das ELEMA Gerät an der Spitze der transvenösen Schrittmacher. Die Tatsache, daß er trotzdem unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Funktionszeit pro Komplikation erst an dritter Stelle aller implantierten Schrittmachertypen liegt, ist allein auf die häufig früh postoperativ aufgetretenen intracardialen

Kontaktverluste zurückzuführen. Mit neun Elektro-
dendislokationen wies dieser Typ erheblich mehr
Ausfälle in Bezug auf die Impulsübertragung in-
folge Kontaktverlustes auf als alle anderen Typen.
Trotzdem hat sich dieser Typ wegen seiner leichten
Implantierbarkeit und der Tatsache, daß es sich
dabei meist um leicht revidierbare Frühkomplika-
tionen handelte, gut eingeführt.

Der transvenöse VENTRICOR Schrittmacher wurde in
5 Fällen mit der zum Gerät gehörigen Elektrode im-
plantiert. Die VENTRICOR Elektrode ist steifer als
die ELEMA Elektrode und läßt sich dadurch schwie-
riger als jene in die rechte Herzkammer einbringen.
Durch die Steifheit und die damit verbundene Feder-
kraft war die Verankerung in der Trabekelmuskula-
tur des rechten Ventrikels in allen Fällen mit
erheblichem Zeitaufwand verbunden.

Die Kombination von VITATRON Schrittmacher und
transvenöser ELEMA Elektrode hat sich wegen häufi-
ger Ausfälle nicht bewährt (siehe Abb. 3).

Bei der Beurteilung der angeführten durchschnitt-
lichen Funktionszeiten der Schrittmachertypen und
der aufgetretenen Komplikationen beginge man eine
unzulässige Vereinfachung, wenn man die Bedeutung
der einzelnen Ausfallursachen nicht ausdrücklich
gegeneinander abwägen würde.

Setzt man voraus, daß in der Überwiegenden Anzahl
der Schrittmacherausfälle der betroffene Patient
nicht stirbt, sondern häufig einen Adams-Stokes'
schen Anfall erleidet, oft den Ausfall nicht einmal
bemerkt, so ergibt sich, daß der Aufwand in Bezug

auf Erstimplantationen und Revisionsoperationen für die Patienten - und auch für den Operateur - bei den verschiedenen Schrittmachertypen einer Analyse bedarf, um zu einem gültigen Ergebnis über die Vorteile der verschiedenen Schrittmacher-Systeme zu gelangen.

Mehr als die Hälfte der aufgetretenen Kontaktverluste transvenöser Schrittmacher im Herzen trat kurze Zeit nach der Operation noch in der Klinik auf, so daß die Elektroden sofort wieder im rechten Ventrikel fixiert werden konnten. Weiterhin muß berücksichtigt werden, daß die transvenösen Schrittmacher erst seit kürzerer Zeit im Einsatz sind. Daraus ergibt sich, daß sich die Funktionszeit dieser Geräte bis zum Auftreten einer Komplikation in Anbetracht der häufigen Anfangsausfälle mit weiterer Laufzeit erhöhen wird.

Wegen des hohen Durchschnittsalters der Schrittmacher-Patienten stellt die Implantation auf dem Wege der Thorakotomie einen so großen Eingriff dar, daß an dieser Klinik in letzter Zeit immer häufiger transvenöse Schrittmacher Verwendung fanden.

Stellt doch der Ausfall einer myocardialen Elektrode oder das Auftreten eines Kabelbruches, wollte man diesen Ausfall korregieren, ebenfalls dar, daß eine erneute Thorakotomie vorgenommen werden muß, so geht man an dieser Klinik auch in diesen Fällen immer mehr dazu über, eher einen neuen transvenösen Schrittmacher zu implantieren, als den Defekt zu reparieren. Zudem ist es in den meisten Fällen recht schwierig, ausgefallene myocardiale Generatoren durch ein neues Gerät zu ersetzen. Die anfangs

zu diesem Zweck verwandten VITATRON Schrittmacher, die als Ersatz in erster Linie für CHARDACK Geräte benutzt wurden, sind schwer mit der starken CHARDACK Elektrode zu verbinden.

Zwei als Zweitgeräte implantierte ATRICOR Schrittmacher wiesen nach kurzer Zeit an der Elektroden-eintrittsstelle in den Generatorteil einen Defekt mangels vollständiger Isolierung auf, so daß Körperflüssigkeit in den Generator eindringen konnte, und die betreffenden Geräte durch Kurzschluß ausfielen.

Aus all diesen Gründen hat man sich an dieser Klinik entschlossen, vorwiegend nur noch transvenöse Schrittmacher des Typs ELEMA zu implantieren, wenn auch vorübergehend erhebliche Störungen von Seiten der Generatoren auftraten, die nunmehr als beseitigt erscheinen.

Zwei Patienten möchten wir an dieser Stelle etwas ausführlicher schildern:

1. Herr E.L. erlitt nach einer Kommissurotomie (vorgenommen in dieser Klinik am 14.2.1961) wegen eines Mitralvitiums einen atrioventrikulären Block, so daß er teilweise mehr als zehn Adams-Stokes'sche Anfälle am Tag erlitt. Daher wurde am 13.2.1963 bei ihm als erstem Patienten dieser Klinik ein Herzschrittmacher vom Typ CHARDACK implantiert. Danach fühlte sich der Patient wohl. (Zum Implantationszeitpunkt war der Patient 48 Jahre alt).

Am Himmelfahrtssonntag 1963 fiel dieses Gerät infolge Kabelbruches aus. Es wurde ein neuer Schrittmacher (VITATRON mc.) implantiert, über den der Patient aussagte, daß er ihm sehr gut gefallen habe,

weil man ihn auf zwei verschiedenen Frequenzen laufen lassen konnte (zwei Frequenzstufen). Am 1.2.1964 wurde der Schrittmacher neu implantiert, weil sich der im linken Unterbauch befindliche Schrittmacher innerhalb eines Tages durchgeschauert hatte, und nun eine Phlegmone entstanden war. Der selbe Generator wurde ca. zehn Zentimeter höher als zuvor neu eingesetzt.

Einige Wochen später bemerkte der Patient unregelmäßige Herzaktionen und erlitt am 15.3.1964 einen Bewußtlosigkeitsanfall. Er wurde sofort in die Klinik eingeliefert. Da röntgenologisch ein Kontaktverlust am Herzen nicht einwandfrei nachweisbar war, wurde ein neuer Schrittmacher-Generator des Typs CHARDACK implantiert. Danach fühlte sich der Patient sehr wohl.

Seit dem 11.6.1964 bemerkte der Patient starken Schweißausbruch und Unruhegefühl. Es stellte sich heraus, daß bei Linkslage einige Ventrikelkontraktionen ausfielen. Am 15.6.1964 wurde der Patient erneut operiert. Es konnte keine eigentliche Loslösung der Elektrode vom Myocard festgestellt werden. So beschränkte man sich auf eine Impulsänderung des Schrittmachers. Postoperativ zeigte es sich, daß auch weiterhin keine Impulse auf das Myocard übergeleitet wurden. Somit wurde am 24.6.1964 eine Neuimplantation des verlängerten Kabels an einer nicht vernarbten Myocardstelle vorgenommen, wobei sich herausstellte, daß das Kabel drei Millimeter vor der Elektrode abgebrochen war.

"Auch diesmal hatte sich Herr L. nach dem schweren Eingriff wieder erstaunlicherweise relativ schnell

erholt. Schon vier Tage nach dem Eingriff war er wieder aufgestanden und auf dem Flur spazieren gegangen." (Auszug aus der damaligen Krankengeschichte).

Am 23.8.1965 erlitt der Patient vier Schwindelanfälle. In der Klinik wurden Kontaktverluste am Myocard nachgewiesen, die bei tiefer Expiration auftraten. Am 14.9.1965 wurde in einer anderen Berliner Klinik bei dem Patienten daraufhin ein transvenöser Schrittmacher vom Typ BIOTRONIC implantiert. Nach anfänglich guter Funktion stellten sich Mitte Dezember 1965 Schwächegefühl und am 18.12.1965 ein Adams-Stokes'scher Anfall ein. Aus diesem Grunde wurde am 19.1.1966 in jener Klinik eine Revision in der Weise vorgenommen, daß man die transvenöse Elektrode neu implantierte. Aber auch postoperativ zeigten sich nur bei rechter Seitenlage regelrechte Impulsüberleitungen auf das Myocard.

Deshalb wurde der Patient in diese Klinik verlegt, wo am 29.1.1966 ein neuer Schrittmacher-Generator des Typs ELEMA t.v. an die alte transvenöse Elektrode angeschlossen wurde. Die Impulsüberleitung funktionierte einwandfrei. Unter der Operation konnte man erkennen, daß der Silikon-Kautschuk im Elektrodenebereich des alten Schrittmachers nicht ganz fest war. Möglicherweise war hier ein Batterieschaden aufgetreten. Nach der Operation war der Zustand des Patienten wesentlich gebessert. Es erfolgte auch weiterhin eine gute Impulsüberleitung auf das Myocard. Im März 1966 hielt der Hausarzt anlässlich einer Reinigung der Halswunde, die eine Infektion zeigte, die freiliegende transvenöse Elektrode für

einen chirurgischen Faden und durchschnitt sie. Es trat sofort bei dem Patienten ein Adams-Stokes'scher Anfall auf. Daraufhin wurde in dieser Klinik bei dem Patienten ein neuer VITATRON Schrittmacher mit einer ELEMA Elektrode auf transvenösem Wege implantiert (RÜCKER).

Im Oktober 1966 fiel der Schrittmacher erneut aus - mit unbekannter Ursache - , so daß am 15.10.1966 ein transvenöser VITATRON Schrittmacher neu implantiert wurde. Zwei Tage später zeigte sich wieder eine ungenügende Impulsüberleitung auf das Myocard, da sich die transvenöse Elektrode im rechten Ventrikel aus der Trabekelmuskulatur gelöst hatte und frei in der Kammer lag. Daher wurde am 17.10.1966 ein VITATRON Schrittmacher mit myocardialer Elektrode auf dem Zugang nach SAUERBRUCH implantiert, der bis zum 31.12.1966 völlig einwandfrei arbeitete. Somit beträgt die längste Überlebenszeit nach erstmalig erfolgter Schrittmacheroperation in dieser Klinik annähernd vier Jahre, wobei darauf hingewiesen werden muß, daß der betreffende Patient am Stichtag noch lebte und mit seinem damaligen Schrittmacher recht zufrieden war.

An Hand des Schicksals dieses Patienten läßt sich auf der einen Seite zeigen, welche Komplikationen auftreten können und auf der anderen Seite, daß trotz der häufigen Revisionen auch für diesen Patienten die Anwendung cardialer Schrittmacher ein Vorteil war. Zweifellos würde der Patient heute ohne die erfolgten Schrittmacherimplantationen in Anbetracht der zuvor pro Tag aufgetretenen zehn und mehr Bewußtlosigkeitsanfälle nicht mehr leben.

2. Der Patient F.S. war am 13.5.1966 unter den Zeichen eines Adams-Stokes'schen Anfalls in diese Klinik eingeliefert worden. Der Patient wurde sofort operiert. Unter Kontrolle eines Bildwändlers wurde eine ELEMA Elektrode in den rechten Ventrikel eingeführt und mit einem ELEMA Schrittmacher verbunden. Der Generator wurde in einer an der rechten Brustseite befindlichen subcutanen Tasche implantiert.

Unmittelbar nach der Operation kam es zu einem Atem- und Herzstillstand. Daraufhin erfolgte extrathorakale Herzmassage, die jedoch ohne Antwort blieb. Infolge dessen erfolgte die Eröffnung des Brustkorbes durch antero-laterale Schnittführung links mit Eingehen in den Brustkorb im Bereich des vierten Intercostalraumes. Nach Eröffnung des Pericards entleerte sich ein verstärkter Pericarderguß. Das Herz hatte einen asystolischen Stillstand. Schon nach kurzer Zeit der durchgeführten Herzmassage war ein sehr guter Muskeltonus nachweisbar. Das Herz zeigte starkes Fibrillieren. Nach erfolgter Defibrillation schlug das Herz wieder spontan, allerdings mit einer sehr hohen Frequenz, die allmählich wieder mit 80 Schlägen pro Minute den Impulsen des Schrittmachers folgte. Bei Verschuß des Thorax kam es wieder zu Tachycardie mit Kammerflattern und -flimmern, so daß der Thorax wieder eröffnet und eine erneute manuelle Herzmassage vorgenommen wurde. Erneute Defibrillation führte wieder zur Spontanaktion des Herzens, zunächst tachycard, dann den Schrittmacherimpulsen folgend. Anschließend wurde der Thorax wieder verschlossen. Nach der Extubation zeigte der Patient eine gute Spontanatmung.

Die Herzaktion folgte den Schrittmacherimpulsen und betrug 80 Schläge pro Minute. Der Patient war wieder ansprechbar und wurde auf die Wachstation verlegt.

Unter der Operation ergab sich der Verdacht auf myocardiales Versagen bei Pulmonalissklerose mit Verdacht auf Vorliegen eines kongenitalen Herzviti-ums. Auffällig war die erhebliche Größe des Herzens, vor allen Dingen der starke muskuläre rechte Ventrikel und eine gewaltige Arteria pulmonalis, die fast das doppelte Kaliber der Aorta aufwies. Das ganze Herz war nach links und hinten verdreht.

Auf der Wachstation war der Patient nach kurzer Zeit nicht mehr ansprechbar, so daß trotz der intensiven medikamentösen Therapie und maschinellen Be-atmung der Patient am 14.5.1966 um 19.55 Uhr un-ter Weiterverschlechterung seines Kreislaufes ver-starb.

Am Beispiel dieses Patienten läßt sich zeigen, daß auch ein nachweisbar guter Impulsübertrag auf das Herz in Fällen der weitgehenden myogenen Insuffi-zienz einen spontanen Herzstillstand nicht zu ver-hindern vermag. Autopsisch konnte ein großer Vor-hofseptumdefekt vom Sekundum-Typ nachgewiesen werden.

4. Letalität

Bei Betrachtung der Letalität ist vor allem von Bedeutung, ob die Schrittmacher zum Zeitpunkt des Ablebens der 24 verstorbenen Patienten noch funk-tionstüchtig waren, und ob es sich um myocardiale oder transvenöse Schrittmacher gehandelt hatte. Abb. 4 gibt einen Überblick über praemortale Schrittmacherausfälle. Nicht aufgeführt in dieser Dar-stellung sind aus Gründen der graphischen Darstell-

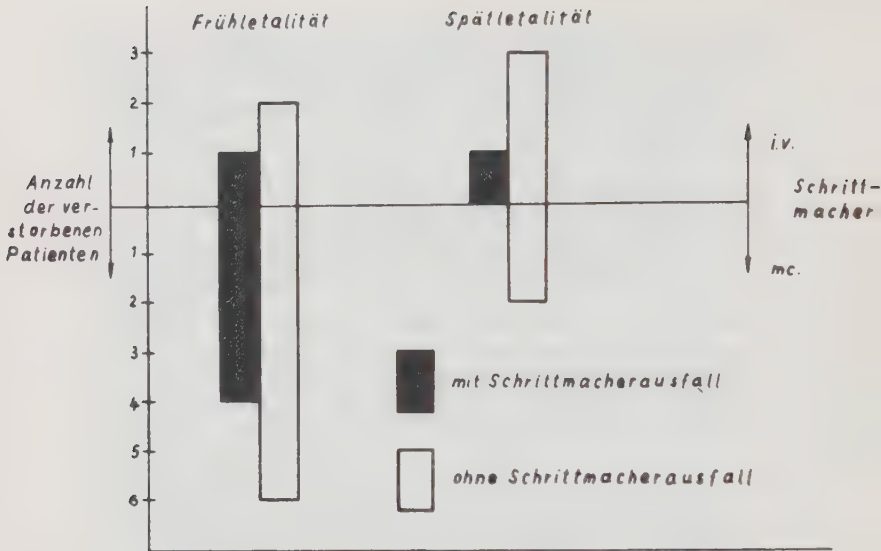


Abb. 4. Letalitätsdarstellung

barkeit die drei epicardialen Schrittmacher, die alle vor dem Tode ihrer Träger ausgefallen waren. Weiterhin sind zwei Patienten, die aus unbekannten Gründen und zu unbekannten Terminen verstarben, nicht in der Graphik aufgeführt.

a. Frühletalität (15 Patienten)

Alle 15 Patienten verstarben wenige Tage oder Wochen nach der Schrittmacher-Implantation noch vor

Entlassung aus der Klinik (sog. Operationsletalität). Zuerst seien die Todesfälle ohne vorherigen Schrittmacherausfall geschildert. 4 Patienten verstarben an allgemeinem Herz- und Kreislaufversagen. In einem Fall war eine Endomyocarditis mit kombiniertem Mitralvitium als Todesursache anzusehen. Ein Patient verstarb an einer Bronchopneumonie, ein weiterer an einem unklaren pulmonalen Prozeß. Ein Patient wies plötzlich massive Teerstühle auf, erlitt dadurch eine akute Blutungsanämie und verstarb unter den Zeichen eines therapieresistenten Herz- und Kreislaufversagens.

Nach einem vorausgegangenen Schrittmacher-Funktionsausfall verstarben vier Patienten infolge eines Herz- Kreislaufversagens, zwei an einer Pneumonie und einer in einem sofort nach dem Schrittmacher-ausfall aufgetretenen Adams-Stokes'schen Anfall.

b. Spätletalität: (9 Patienten)

Ohne einen vorherigen Schrittmacher-Funktionsausfall starben drei Patienten an Herz- Kreislaufversagen, einer an einer Meningitis, einer an einer Pyelonephritis und einer an einem Blasen-Karzinom.

Ein Patient verstarb, nachdem sein Schrittmacher zuvor ausgefallen war unter den Zeichen eines Herz-Kreislaufversagens.

Zwei Patienten verstarben zu unbekannten Zeitpunkten an unbekannten Ursachen.

Für wesentlich halten wir, daß frühzeitig 4 myocardiale, 2 epicardiale und 1 transvenöser Schrittmacher ausfielen. Als Ursache ist in all diesen Fällen ein Kontaktverlust der Elektroden am Herzen anzusehen.

Bei den später Verstorbenen ist lediglich in 2 Fällen ein vorheriger Schrittmacher-Funktionsausfall nachweisbar gewesen: 1 t.v. ELEMA, 1 epic. VENTRICOR. Die betreffenden Patienten verstarben unter den Zeichen eines allgemeinen Herz- Kreislaufversagens, nachdem vorher die Impulsübertragung auf das Myocard unterbrochen war.

5. Nachuntersuchungsergebnisse

In Anbetracht des für die Patienten eingreifenden Ereignisses einer Schrittmacher-Implantation interessierte uns die Frage, wie die Patienten nach einiger Zeit Erfahrung zu diesem Verfahren Stellung nehmen würden. Wenn auch postoperativ gute klinische Resultate zu beobachten waren, so wollten wir zum Beispiel für künftige Schrittmacher-Operationen erfahren, welcher Implantationsort für die Generatoren sich am besten bewährt hatte. Zudem konnten wir auch nicht auf eine Feststellung der körperlichen Leistungsfähigkeit dieser Patienten verzichten, um den Erfolg der Herzstimulation mittels elektrischer Schrittmacher zu beurteilen.

a. Anzahl der nachuntersuchten Patienten

Es wurden alle Patienten zwecks einer Nachuntersuchung angeschrieben, von denen bekannt war, daß

sie noch nicht verstorben waren. Somit wurden bei 87 in Frage kommenden Patienten, von denen 24 verstorben waren, 63 Patienten benachrichtigt, daß sie sich einer Nachuntersuchung unterziehen möchten.

Zwei Patienten waren unbekannt verzogen, sechs weitere folgten der Einladung aus unbekannten Gründen nicht. Jedoch ist festgestellt worden, daß sie zum Stichtermin, dem 31.12.1966, noch am Leben waren. 55 Patienten konnten demnach in Bezug auf verschiedene Gesichtspunkte befragt werden. Diese Auswahl ist nicht willkürlich und umfaßt keineswegs nur die leistungsfähigsten Patienten.

b. Angaben zum praeoperativen Zustand

46 Patienten gaben an, daß sie vor der ersten Schrittmacher-Implantation unter häufigen Bewußtlosigkeitsanfällen litten. Einige Patienten berichteten von täglich fünf Anfällen und mehr. 37 Patienten litten unter dyspnoeischen und 26 unter stenocardischen Beschwerden, die in den meisten Fällen nach der Schrittmacher-Implantation behoben waren.

In Bezug auf die praeoperativ beobachteten Pulsfrequenzen konnten 44 Patienten sichere Angaben machen:

<u>Pulsfrequenz/min.</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
10-20	5
20-30	19
30-40	18
40-50	2

Die anderen Patienten konnten sich nicht an ihre praeoperative Pulsfrequenz erinnern.

c. Schilderung des postoperativen Zustandes

Nach Einzelheiten ihres Befindens befragt, gaben die Patienten folgende Beschwerden an:

<u>Beschwerden</u>	<u>Anzahl der betroffenen Patienten</u>
Ruhedyspnoe	5
Belastungsdyspnoe	29
Herzschmerzen (gelegentlich)	15
Herzklopfen (bei Belastung)	19
Nykturie 1x:12, 2x:3, 3x:9, 4x:3, 5x:1, selten: 1	
Praetibiale Ödeme	13
Nächtlicher Husten	9
Schwindelanfälle (gelegentlich)	8

Auf die Frage, ob sie ihr Herz spürten, antworteten 29 Patienten mit "ja, gelegentlich".

Zur Ermittlung der postoperativen körperlichen Leistungsfähigkeit wurden die Anzahl der ohne Pause besteigbaren Etagen, die Dauer ununterbrochener Spaziergänge und die Arbeitsfähigkeit als Kriterien benutzt:

Treppensteigen:	<u>Etagen</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
	weniger als 1/2 Etage	4
	1/2	7
	1	18
	1 1/2	2
	2	16
	3	1
	4	5

Spaziergänge:	<u>Stunden</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
	praktisch gar nicht	6
	1/2	15
	1	10
	1 1/2	6
	2	6
	3	3
	unbegrenzt	7

Ein Patient war mit implantiertem Schrittmacher noch 1 1/2 Jahre lang bis zu seiner Pensionierung in seinem Beruf als Kraftfahrzeugsachverständiger tätig. Er fuhr sowohl Fahrzeuge aller Größenordnungen zur Probe, als er auch sämtliche anfallenden Inspektionen durchführte.

Ein Patient ist mit dem vor einem Jahr implantierten Schrittmacher in seinem Beruf als Zivilkraftfahrer tätig. Der Patient ist 58 Jahre alt und beabsichtigt, wenn möglich, bis zu seinem 65. Lebensjahr weiter zu arbeiten.

Ein 46-jähriger Patient ist weiterhin in seinem Beruf als Lagerverwalter in einer Maschinenfabrik tätig.

Eine Patientin - eine pensionierte Krankenschwester - versieht ihrem Dienst als Pförtnerin in einem Krankenhaus.

19 Patienten erklärten, daß sie ein- oder mehrmals mit ihrem Herzschrittmacher verreist seien. Ein Patient berichtete, im Urlaub ca. 3.000 km mit dem eigenen Wagen zurückgelegt zu haben. 7 Patienten gaben an, regelmäßig Zigaretten, einer Zigarren,

zu rauchen. 6 Patienten trinken regelmäßig, 8 gelegentlich, 24 selten Alkohol.

Ein Patient betonte, noch eine halbe Stunde im Freien schwimmen zu können, ein weiterer einige Minuten!

Ein Patient fährt regelmäßig mit seinem Moped. Ein anderer Patient erzählte, daß er stundenlang radfahren könne!

Diese Einzelheiten wurden aufgeführt, um einen eingehenden Eindruck in die postoperativen Ergebnisse zu geben. An Hand der geschilderten erstaunlichen körperlichen Leistungsfähigkeit einiger Patienten ist abzulesen, daß bei gutem Allgemeinzustand durchaus mit einem Herzschrittmacher ein normales Leben geführt werden kann. In den Fällen myoCardialer Dekompensation ist durch die Implantation eines Schrittmachers natürlich nur ein den im Einzelfall vorliegenden Verhältnissen entsprechender Erfolg nach einer Schrittmacher-Implantation zu erwarten.

20 Patienten sagten aus, daß sie sich in ihrer Bewegungsfreiheit durch den implantierten Schrittmacher behindert fühlten: Ein Patient sah sich durch das am Hals verlaufende Elektrodenkabel in seiner Kopfbewegung eingeschränkt. 15 Patienten klagten darüber, daß der im linken Unterbauch implantierte Schrittmacher beim Sitzen in der Leistegegend drücken würde. Bei einem Patienten traten dadurch Beschwerden auf, daß der im linken Oberbauch implantierte Schrittmacher im Sitzen an die Rippen anstieß. Bei drei Patienten war die Bewegungsfreiheit des rechten Armes durch den rechts axillär implantierten Generator beeinträchtigt.

Zwei Fragen maßen wir besonderes Interesse bei. Die erste Frage sollte klären, ob für den einzelnen Patienten die Vorstellung, daß er einen Schrittmacher in sich trägt und von dessen Funktionstüchtigkeit abhängig ist, eine Belastung darstellt. Erstaunlicherweise gaben 53 der 55 befragten Patienten an, daß sie sich inzwischen an den Schrittmacher sehr gut gewöhnt hätten, und daß sie sehr froh wären, daß man heutzutage in der Lage sei, ihnen durch ein elektrisches Gerät ihre Leiden zu erleichtern. Lediglich zwei Patienten meinten, sich nicht mit dem Gedanken vertraut machen zu können, von einem Schrittmacher abhängig zu sein. Für sie stelle das Leben mit dem Schrittmacher eine Belastung dar.

Die zweite Frage sollte klären, ob die Patienten Furcht vor einem plötzlichen Aussetzen ihres Schrittmachers haben. 51 der 55 Patienten erklärten, daß sie an diese Möglichkeit nicht denken würden und daß sie keine Angst vor einem Aussetzen des Schrittmachers hätten. Sie führten die regelmäßigen elektrocardiographischen Untersuchungen an, bei denen unter anderem auch der Funktionszustand ihrer Geräte überwacht würde, um ihre Haltung zu begründen. Selbst der oben geschilderte Patient E.L., der nach mehreren Revisionsoperationen ängstlich hätte werden können, sagte aus, daß er keine Angst vor dem Aussetzen seines Schrittmachers habe.

Vier Patienten, darunter jene zwei, für die das Leben mit dem Schrittmacher eine Belastung darstellt, erklärten, daß sie gelegentlich daran dächten, daß ihr Schrittmacher einmal plötzlich versagen könnte. Sie waren sehr besorgt und führten aus, ständig die

Funktion ihres Schrittmachers durch Fühlen ihres Pulses zu überwachen, um etwaige Abweichungen in der Frequenz, sei es nach oben oder nach unten, feststellen und dann sofort die Klinik aufsuchen zu können.

Die bemerkenswert bejahende Einstellung der Überwiegenden Anzahl der befragten Patienten zu ihrem Schrittmacher ist nach unserer Meinung der Erwähnung wert.

DISKUSSION

1. Bewertung der Ergebnisse

Die Behandlung der Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen des menschlichen Herzens hat durch die Einführung elektrischer Herzschrittmacher eine entscheidende Wendung erlebt. Trotz der großen Erfolge auf diesem Gebiet der modernen Chirurgie muß aber festgestellt werden, daß es bis heute nicht gelungen ist, ein mit Überzeugender Sicherheit funktionierendes impulsproduzierendes System zu fertigen. Sowohl die myocardialen als auch die transvenösen Schrittmacher weisen noch immer eine erhebliche Komplikationsrate auf, die zwar eine Schrittmacher-Implantation keineswegs grundsätzlich in Frage stellen kann, die aber in jedem Fall zumindest eine sehr gründliche Indikationsstellung erforderlich macht. Nach unseren - wir betonen dies ausdrücklich - begrenzten Erfahrungen mit epicardialen Schrittmachern scheint dieses System weniger erfolgreich zu sein.

Stellt man die Belastung für die meist älteren Patienten durch die Art der Schrittmacher-Implantation (myocardial/transvenös) den aufgetretenen Komplikationen gegenüber, so bietet sich nach unserer Ansicht der Schluß an, daß den transvenösen Schrittmachern des Typs ELEMA nach Behebung der Gehäusedefekte der Vorzug gebührt. Sie sind verhältnismäßig leicht und in kurzer Zeit implantierbar. Dies mindert das Operationsrisiko für den Patienten ganz erheblich. Nur in Fällen, da es sich um jüngere Patienten handelt, die noch im Beruf stehen, ist nach unserer Ansicht die Implantation

des vorhofgesteuerten ATRICOR Schrittmachers indiziert, um eine optimale Leistungsfähigkeit zu erzielen.

Es gibt nach unserer Meinung kaum einen zwingenden Grund, der für eine Verwendung festfrequenter myocardialer anstelle transvenöser Schrittmacher sprechen würde. Nur wenn - wie in zwei Fällen (ELEMA) vorgekommen - sich die transvenöse Elektrode nicht in der Trabekelmuskulatur des rechten Ventrikels befestigen läßt und somit keine Impulsüberleitung garantiert, muß tatsächlich auf festfrequente myocardiale Schrittmacher zurückgegriffen werden. Doch dies scheint ausgesprochen selten erforderlich zu sein.

Die im Vergleich zu myocardialen Schrittmachern geringere durchschnittliche Funktionszeit transvenöser Schrittmacher (s. S. 25), der an dieser Klinik behandelten Patienten, ist auch wie bereits erwähnt auf die kürzere Beobachtungszeit der transvenösen Geräte zurückzuführen. Wir sind überzeugt, daß sich bei längerer Laufzeit die durchschnittliche Funktionszeit beider Systeme noch erheblich mehr angleichen wird, so daß auch von den zu erwartenden statistischen Werten her betrachtet, die Implantation transvenöser Schrittmacher zu bevorzugen ist.

Abschließend sei noch erwähnt, daß wir auch in der positiven Einstellung der meisten Patienten (über 90 %) zu ihrem Schrittmacher eine Bestätigung des mit der Implantation elektrischer Herzschrittmacher eingeschlagenen Weges zu Behandlung der Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen des menschlichen Herzens sehen.

2. Die Bedeutung der internistischen Nachbehandlung und Überwachung

Nach unseren Erfahrungen spielt bei dem Komplex der Implantation künstlicher elektrischer Herzschrittmacher neben der Bewältigung der rein chirurgischen Probleme eine regelmäßige und gründliche cardiologische postoperative Überwachung eine cardinale Rolle (CHARDACK, KNUCKEY, KOLMAR, NICKEL, PAEPER, SCHALDACH, SCHAUDIG, WANJURA).

In diesem Zusammenhang sei auf die modernen Impulsparameter (Amplitude, Impulsdauer), welche durch Erfahrungswerte einen tiefgehenden Einblick in den Ladungszustand und den Elektrodenzustand gestatten, hingewiesen. Durch diese Methoden lassen sich sowohl Eichkurven über den inneren Widerstand des Generators als auch über den Ladungszustand der stromliefernden Zellen aufstellen, die im Einzelfall eine mit großer Sicherheit zu gebende Aussage ermöglichen.

Durch die genannte elektronische Vermessung sind wir heute in der Lage, frühzeitig sich anbahnende Irregularitäten, sei es im Bereich des Schrittmacher-Generators oder im Bereich des impulsübertragenden Systems, frühzeitig zu diagnostizieren. Damit ist ein wesentlicher Weg beschritten worden, um die Komplikationsrate latenter Funktionsstörungen erheblich herabzusetzen und gegebenenfalls die betreffenden Patienten einer frühzeitigen dem Einzelfall entsprechenden chirurgischen Revisions-therapie zuzuführen.

Im Weiteren sei noch auf die an der Chirurgischen Klinik der Freien Universität Berlin häufig geübte Methode der ambulanten transvenösen Schrittmacher-Implantation hingewiesen: Die Patienten werden nach genauer Indikationsstellung an anderen Kliniken entweder unter sympaticomimetischer Therapie (Aludrin, Alupent) oder nach Behandlung mit einem temporären transvenösen externen Impulsgeber in diese Klinik verlegt, hier einer Schrittmacher-Implantation unterzogen und dann nach einer lediglich mehrstündigen postoperativen Überwachung in die ursprüngliche Klinik zur cardialen Nachbehandlung zurückverlegt.

Diese Art der ambulanten Schrittmacher-Implantation hat sich an dieser Klinik sehr bewährt und wird immer häufiger geübt. Lediglich in Fällen, die relativ selten zu beobachten sind, da sich die Patienten postoperativ in einem sehr schlechten Gesundheitszustand befinden, verbleiben sie bis zu ihrer Rückverlegung in die Ursprungsklinik einige Tage im Hause. Desgleichen wird bei der Implantation transthorakaler Schrittmacher verfahren.

2. Vorstellung über Verbesserungsmöglichkeiten elektrischer Herzschrittmacher

Wir beabsichtigen nicht, in diesem Zusammenhang spekulativem Wunschdenken das Wort zu reden. Die fundamentale Voraussetzung bei der Projektierung neuer Schrittmacher-Systeme muß immer in einer noch größeren Funktionssicherheit und einem noch geringeren operativen Aufwand als bei den gegenwärtig gebräuchlichen Typen zu sehen sein. Erst wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, kann ein neues Prinzip zur breiten Anwendung gelangen. Nicht die bestechende Technik, sondern die Sicherheit für den Patienten ist entscheidend.

Wir meinen, daß eine Vervollkommnung der gegenwärtig benutzten Generatoren, Kabel und Elektroden im Vordergrund stehen sollte, um Gehäusesprünge, Kabelbrüche, Elektrodenschäden (myocardial) und Elektrodendislokationen (myocardial und transvenös) - also weitgehend technische Probleme - auszuschalten.

Außerdem gilt es, die Funktionszeit der stromliefernden Zellen erheblich zu steigern, so daß nicht - nach hiesigen Erfahrungen annähernd alle zwei Jahre - eine erneute Operation zum Austausch des Generators erforderlich wird.

Auch das Problem der Befestigung der Kabel am Generator, welches häufig bei Revisionsoperationen aufgetreten ist, mußte dahingehend gelöst werden, daß eine einfache Technik mit sicherer Isolierungsmöglichkeit von Kabel und Schrittmacher zum Schutz gegen Kurzschlüsse infolge Eindringens von Körperflüssigkeit gewählt wird.

Für die Therapie des intermittierenden Herzblocks ist ein neuer Weg durch die Konstruktion eines sich selbst im Bedarfsfall abschaltenden Schrittmachers (DEMAND, STANDBY) eingeschlagen worden, der nicht nur recht erfolgversprechend zu sein scheint, sondern auch die Indikationsstellung für eine Herzschrittmacher-Implantation erweitert hat.

Was die Entwicklung von aufladbaren, direkt am Herzen befestigten Schrittmachern anbelangt, sind wir der Ansicht, daß sich hier ein ausgesprochen interessantes System abzeichnet, das, auch bei im Moment noch bestehenden technischen Schwierigkeiten, eine ideale Lösung für die Therapie bei allen Formen des Herzblocks darstellen könnte (KORT, WANJURA).

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit bemühen wir uns, einen detaillierten Überblick über Operationsverfahren, Operationsergebnisse und langfristige postoperative Beobachtungen bei 87 Patienten, denen ein Herz-Schrittmacher implantiert wurde, zu geben.

Einleitend weisen wir auf unsere Auffassung für eine Schrittmacher-Implantations-Indikation hin, nachdem wir unsere Komplikationen durch eingehende Definition abgegrenzt und eine historische Einführung in das Problem der elektrischen künstlichen Stimulation des menschlichen Herzens bei dem Morgagni-Adams-Stokes-Syndrom gegeben haben.

Nach Vorstellung der verwandten Herz-Schrittmacher-Typen und Implantationsverfahren wird ausführlich über die mit einem elektrischen Herzschrittmacher versehenen Patienten berichtet. Dabei haben wir besonderen Wert auf die langfristigen postoperativen Befunde unserer Patienten gelegt, welche im einzelnen dargestellt werden.

Weiterhin versuchen wir die Vor- und Nachteile der verschiedenen Schrittmacher-Typen aus klinischer Sicht zu beschreiben und unsere Auffassung über die Indikation der verschiedenen Systeme zu begründen.

Die Untersuchungen der Todesfälle werden dargestellt und abschließend diskutieren wir die beschriebenen Ergebnisse und Erfahrungen und geben eine Übersicht unserer Vorstellungen über zukünftige Herz-Schrittmacher-Entwicklung in technischer Hinsicht.

LITERATURVERZEICHNIS

Adams, R.:

Cases of diseases of the heart, accompanied with pathological observations.
Dublin Hosp. Rep. 4, 353 (1827).

Aldini, G.:

General views on the application of galvanism to medical purposes principally in cases of suspended animation.

p. 96 London: J. Callow 1819. Zit. n. Siddons.
Zit. n. Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre, begr. v. Martin Kirschner
2. Auflage, 6. Band, Teil I, Seite 610. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1967.

Borst, H.G., Schaudig, A. u. Alexitsch, D.:

Dauerstimulation bei Herzblock.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 595 (1965).

Bruck, A.:

Der Pericarderguß als Ursache eines Nichtansprechens des Herzens auf den implantierten Schrittmacher.
Zschr. Kreisl.forsch. 53, 1061 (1964).

Bruck, A.:

Erfahrungen mit dem elektrischen Schrittmacher des Herzens.
II. Kongr. Südwestdtsh. Ges. Inn. Med. Freiburg 1965.

Bücherl, E.S. u. Ligdas, D.:

Die elektrische Reizung des Herzens mit sogenannten Schrittmachern.
Berl. Med. 15, 481 (1964).

Callaghan, J.C. u. Bigelow, W.G.:

An electrical artificial pacemaker for standstill of the heart.
Ann. Surg. 134, 8 (1951).

Chardack, W.M., Gage, A.A., and Greatbatch, W.:

Correction of complete heart block by a self-contained and subcutaneously implanted pacemaker.
J. Thor. Cardiovasc. Surg. 42, 814 (1961).

Chardack, W.M., Gage, A.A., and Greatbatch, W.:

Treatment of complete heart block with an implantable self-contained pacemaker.
Bull. de la soc. internat. de chir. 21, 411 (1962).

Chardack, W.M.:

A myocardial electrode for long-term pacemaking.
Ann. New York Acad. Sc. 111, 893 (1964).

Chardack, W.M.

Heart block treated with an implantable pacemaker:
Past experience and current developments
Prog. Cardiovas. Dis. 6, 507 (1964).

Chardack, W.M., Gage, A.A. Frederico, A.J., Schimert, C., and Greatbatch, W.:

Clinical experience with an implantable pacemaker.
Ann. New York Acad. Sci. 111, 1075 (1964).

Chardack, W.M.:

The after-care of patients with implanted cardiac
pacemakers.
Circulation 36, 476 (1967).

Duchenne, G.B.:

Un méd. Prat. franç. III s. 9, 27 (1870). Zit. n.
Sidelons. Zit. n. Allgemeine und spezielle chirurgische
Operationslehre, begr. v. Martin Kirschner.
2. Auflage, 6. Band, Teil I, Seite 611. Springer-
Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1967.

Dittmar, H.A., Friese, G. u. Nusser, E.:

Über die Behandlung des Kammerstillstandes beim
Morgagni-Adams-Stokes'schen Symptomenkomplex mit
einem elektrischen Schrittmacher.
Z. Kreisl. Forsch. 45, 416 (1956).

Dittmar, H.A., Friese, G., u. Nusser, E.:

Ein elektrischer Schrittmacher zur Behandlung des
Herzstillstandes bei erhaltener Kontraktionsfähigkeit.
Arch. Kreisl. Forsch. B 25, 242 (1957).

Effert, S., Greuel, H., Grosse-Brockhoff, F. u.

Sykosch, J.:

Die Therapie mit elektrischen Schrittmachern bei
Adams-Stokes-Syndrom.
Dtsch. med. Wschr. 87, 473 (1962).

Effert, S., Sykosch, H.J. u. Pulver, K.G.:

Langfristige Therapie mit implantierbaren elektrischen
Schrittmachern.
Dtsch. med. Wschr. 89, 654 (1964).

Elmqvist, R., Landegren, J., Pettersson, Senning, A.
and William-Olsson, G.:

Artificial pacemaker for treatment of Stokes-Adams
syndrome and slow heart rate.
Am. Heart J. 65, 731 (1963).

Friese, G.:

Erfolgreiche 90-stündige elektrische Reizung des Herzens bei Morgagni-Adams-Stokes'scher Krankheit. Münch. med. Wschr. 99, 811 (1957).

Friese, G., Linder, F. u. Bruck, A.:

Die Behandlung des A-V-Blocks durch Einpflanzung eines elektrischen Schrittmachers. Med. Klin. 58, 586 (1963).

Furman, S., Schwedel, J.B., Robinson, G., and Hurwitt, E.S.:

Use of an intracardiac pacemaker in the control of heart block. Surgery 49, 98 (1961).

Goetz, R.H.:

Bipolar catheter electrode as temporary pacemaker in Stokes-Adams syndrome. Surg. Gynec. Obstet. 116, 712 (1963).

Hirsch, H.H., Scior, H. u. Zipf, K.E.:

Über die Pericardiotomia inferior longitudinalis (Sauerbruch) als Zugang zum Herzen für Schrittmacherimplantationen beim Morgagni-Adams-Stokes-Syndrom. Bruns' Beitr. klin. Chir. 208, 446 (1964)

Hyman, A.S.:

Resuscitation of stopped heart by intracardial therapy. Arch. intern. Med. 50, 283 (1932).

Kantrowitz, A., Cohen, R., Raillard, H., Schmidt, D.S., and Feldmann, D.S.:

The treatment of complete heart block with an implanted controllable pacemaker. Surg. Gynec. Obstet. 115, 415 (1962).

Kantrowitz, A.:

Implantable cardiac pacemakers. Am. N.Y. Acad. Sci. 111, 1049 (1964).

Kantrowitz, A.:

The treatment of Stokes-Adams syndrome in heart block. Prog. Cardiovas. Dis. 6, 490 (1964).

Knuckey, L., McDonald, R., and Sloman, G.:

A method of testing implanted cardiac pacemakers. Brit. Heart. J. 27, 483 (1965)

Kolmar, D.:

In: Das EKG nach Schrittmacherimplantation.
Rundtischgespräch anläßl. des 16. Dtsch. Kongr.
f. Ärztl. Fortb. Berlin 1967.

Kolmar, D., Paeppler, H., Rücker, G. u. de Pena

Pérez, R.:

Resultados y complicaciones en los portadores de
un marcapasos cardíaca.
Congreso Brasileiro de Angiologia São Paulo 1967.

Kort, J., Kremer, K., u. Wanjura, H.-J.:

Neue Wege der Pacemaker-Herstellung.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 608 (1965).

Kouwenhoven, W.B., Jude, J.R., and Knickerbocker, G.G.:

Closed chest cardiac massage.
J. Amer. med. Ass. 173, 1064 (1960).

Lagergren, H., and Johansson, L.:

Intracardiac stimulation for complete heart block.
Acta chir. scand. 125, 562 (1963).

Lagergren, H., Johansson, J., Landegren, J., und

Edhag, O.:

Erfahrungen mit intrakardialen Schrittmachern bei
Adams-Stokes-Syndrom in 100 Fällen.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 592 (1965).

Lillehei, C.W.:

Contributions of open condylotomy to the correction
of congenital and acquired cardiac disease.
New. Engl. J. Med. 258, 1044 (1958).

Lillehei, C.W., Gott, V.L., Hodges, P.C., Long,

D.M., and Bekken, E.E.:

Transistor pacemaker for treatment of complete
atrioventricular dissociation.
J. A. M. A. 172, 2006 (1960).

Morgagni:

De sedibus et causis morborum.

5. Buch, 9. Brief (1761).

Nasser, M., Schaldach, M. u. Bücherl, E.S.:

Klinische Anwendung sog. elektrischer Herz-Schritt-
macher.
Dtsch. med. J. 17, 164 (1966).

Nickel, G.:

Oszilloskopisches Verfahren zur unblutigen Analyse
von Überleitungsstörungen implantierter elektri-
scher Schrittmacher.

Z. Kreislaufforschung 53, 1149 (1964).

Overbeck, W., u. Büchner, Ch.:

Indikation und operative Technik bei der Implantation künstlicher Schrittmacher.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 582 (1965).

Paeppler, H., Schaldach, M., Liebenschütz, H.W.,

u. Thormann, I.:

Funktionsprüfungen implantierter Herzschrirrmacher.

Wiederbelebung und Organersatz. Band 5, Heft 2, S. 85 (1968).

Parsonnet, V., Gilbert, L., Zucker, R., and Asu, M.M.:

Complications of the implanted pacemaker.

J. Thoracic and Cardiovas. Surg. 45, 801 (1963).

Rodewald, G., Giebel, O., Harms, H. u. Scheppokat, K.D.:

Intravenös-intracardiale Applikation von vorhofgesteuerten elektrischen Schrittmachern.

Z. Kreisla. Forsch. 53, 860 (1964).

Rodewald, G., Giebel, O., Harms, H. u. Scheppokat, K.D.:

Vorteile und Probleme der Anwendung vorhofgesteuerter Schrittmacher.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 600 (1965).

Ross, J.K., and Harkism, G.A.:

Percutaneously introduction of cardiac pacemaker elektrode.

Lancet 1959 II, 1109.

Rücker, G.:

Chirurgische Erfahrungen bei Schrittmacher-Implantationen zur permanenten Behandlung bradykarder Rhythmusstörungen.

Wiederbelebung und Organersatz. Band 5, Heft 2, S. 96 (1968).

Sauerbruch, F.:

Pericardiotomia inferior longitudinalis simplex.

Zit. n. Hermann Küttner: Die Operationen an den inneren Brustorganen.

Chirurgische Operationslehre 6. Auflage, Band II. Verlag von Johann Ambrosius Barth - Leipzig 1934.

Schaldach, M., Nasserl, M., Paeppler, H. u.

Bücherl, E.S.:

Wichtige physikalische Gesichtspunkte bei der Implantation eines elektrischen Schrittmachers.

Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 612 (1965).

Schaldach, M., Bücherl, E.S. u. Nasserl, M.:

Eine Methode zur postoperativen Überwachung von Patienten mit implantiertem Schrittmacher.

Klin. Wschr. 44, 396 (1966).

Schaldach, M., Bücherl, E.S. u. Franke, O.:
Implantierbare elektrische Schrittmacher zur Langzeittherapie von Reizleitungsstörungen des Herzens. Medizinal-Markt, Acta Medicotechnica 15, 240 u. 286 (1967).

Schaudig, A., Borst, H.G. u. Schmidt-Habelmann, P.:
Funktionsprüfungen bei Schrittmachern mit intrakardialer Stimulation. Thoraxchirurgie 15, 617 (1967).

Stokes, W.:
Observations on some cases of permanently slow pulse. Dublin Quart. J. Med. Sci. 2, 73 (1846).

Swedberg, J., Johansson, B.W., Karnell, J. and Malm, A.:
Implantation of pacemaker for Adams-Stokes syndrome. Acta chir. scand. 125, 547 (1963).

Thevenet, A., Hodges, P.C., and Lillehei, C.W.:
The use of a myocardial electrode inserted percutaneously for control of complete heart block by an artificial pacemaker. Dis. Chest 34, 621 (1958).

Wanjura, H.-J.:
Theoretische und praktische Möglichkeiten zur Weiterentwicklung elektrischer Herzschrittmacher. Inaug.-Diss. Essen 1967.

Wanjura, H.-J., Paeppler, H., Liebenschütz, H.W. u. Thormann, I.:
Bestimmung der Funktionsdauer von Herzschrittmachern mit Hilfe der Impulszeitmessung. Dtsch. Med. J. 17, 602 (1968).

Weirich, W.L., Gott, V.L., and Lillehei, C.W.:
Treatment of complete heart block by combined use of myocardial electrode and artificial pacemaker. Surg. Forum 8, 36 (1957).

Weirich, W.L., Paneth, M., Gott, V.L., and Lillehei, C.W.:
Control of complete heart block by use of an artificial pacemaker and a myocardial electrode. Circulation Res. 6, 410 (1958).

Zoll, P.M.:

Resuscitation of the heart in ventricular standstill
by external electric stimulation
New. Engl. J. Med. 247, 768 (1952).

Zoll, P.M., Linenthal, A.J., and Norman, L.R.:

Treatment of Stokes-Adams disease by external
electric stimulation of the heart.
Circulation 9, 482 (1954).

Zoll, P.M., Frank, H.A., Larsky, L.R.N., Linenthal,
L.R., and Belgard, A.H.:

Longterm electric stimulation of the heart for
Stokes-Adams disease.
Ann. Surg. 154, 330 (1961).

Zoll, P.M., Frank, H.A., and Linenthal, A.J.:

Four year experience with an implanted cardiac pace-
maker.
Ann. Surg. 160, 351 (1964).

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Franke, Direktor der Chirurgischen Klinik der Freien Universität Berlin, für die Überlassung des Themas meinen ergebensten Dank aussprechen.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr. Kolmar, Oberarzt an der I. Medizinischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Moabit/Berlin, und Herrn Dr. Paeppler von der Cardiologischen Ambulanz der I. Medizinischen Abteilung der Freien Universität Berlin.

Besonders danken möchte ich Herrn Dr. Rücker, Oberarzt an der Chirurgischen Klinik der Freien Universität Berlin, für die freundlichen und hilfreichen Ratschläge sowie Anregungen bei der Durchführung der vorliegenden Arbeit.

LEBENS LAUF

Am 29. April 1943 wurde ich in Berlin geboren.

Ich besuchte die Grundschule in Berlin-Schöneberg, danach für zwei Jahre die Mittelschule und abschließend fünf Jahre lang das Friedrich-Ebert-Gymnasium in Berlin-Wilmersdorf, an dem ich am 6. März 1962 die Reifeprüfung bestand.

Seit dem Sommersemester 1962 studierte ich Medizin an der Freien Universität zu Berlin. Hier bestand ich im April 1963 das Vorphysikum, im April 1965 das Physikum und am 24. September 1968 das Staatsexamen mit "gut".

In der Zeit vom 1. Oktober 1968 bis zum 31. Januar 1969 arbeitete ich als Medizinalassistent an der chirurgischen Abteilung des Städtischen Wenckebach-Krankenhauses.

Gegenwärtig bin ich in gleicher Funktion an der I. Medizinischen Klinik des Städtischen Krankenhauses Moabit beschäftigt.

